

# IME 2016

## QUESTÕES OBJETIVAS

### Teste 01 – Valor: 0,25

O processo de deposição de filmes finos de óxido de índio-estanho é extremamente importante na fabricação de semicondutores. Os filmes são produzidos por pulverização catódica com radiofrequência assistida por campo magnético constante.

Considere as afirmativas abaixo:

- I - O índio é um mau condutor de eletricidade.
- II – O raio atômico do índio é maior que o do estanho.
- III – A densidade do índio é menor que a do paládio.
- IV – O ponto de fusão do índio é maior que o do gálio.

Analisando as afirmativas acima, conclui-se que

- (A) todas estão corretas.
- (B) apenas a II e a III estão corretas.
- (C) apenas a II, a III e a IV estão corretas.
- (D) apenas a I e a III estão corretas.
- (E) apenas a IV está correta.

### Resolução: alternativa C

Análise das afirmativas:

I. Incorreta. O índio é um metal, logo é um bom condutor de eletricidade.

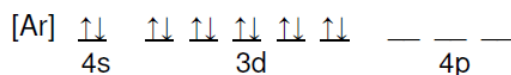
II. Correta. De acordo com a tabela periódica o índio está localizado no mesmo período do estanho, porém possui uma carga nuclear menor, logo seu raio é maior do que o raio do estanho.

III. Correta. A densidade aumenta em direção ao centro da tabela periódica. Como o índio está localizado mais a esquerda, sua densidade é maior em relação ao estanho.

IV. Correta. O ponto de fusão do índio é maior do que o do gálio, pois o elemento índio está localizado abaixo do gálio no grupo 13 da tabela periódica.

### Teste 02 – Valor: 0,25

Identifique a alternativa em que a configuração eletrônica da espécie química representada, em seu estado fundamental, é dada por:



		1											18					
	2																	
Li	Be												B	C	N	O	F	
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl		
K	Ca									Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		
Rb	Sr									Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		
Cs	Ba									Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		
Fr	Ra																	

- (A) Cu<sup>+</sup>
- (B) Sn<sup>2+</sup>
- (C) Cd
- (D) Ge<sup>2+</sup>
- (E) Zn<sup>+</sup>

**Resolução: alternativa D**

${}_{18}\text{Ar} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \Rightarrow 18$  prótons

X :  $[\text{Ar}] \underbrace{4s^2}_{30 \text{ elétrons}} \underbrace{3d^{10}}_{2 \text{ elétrons a menos}} 4p^0 \Rightarrow$  quarto período da tabela periódica

Para o germânio (Ge); Z = 32 :

Ge :  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^2 \Rightarrow$  quarto período da tabela periódica

Ge<sup>2+</sup> :  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10}$

**Teste 03 – Valor: 0,25**

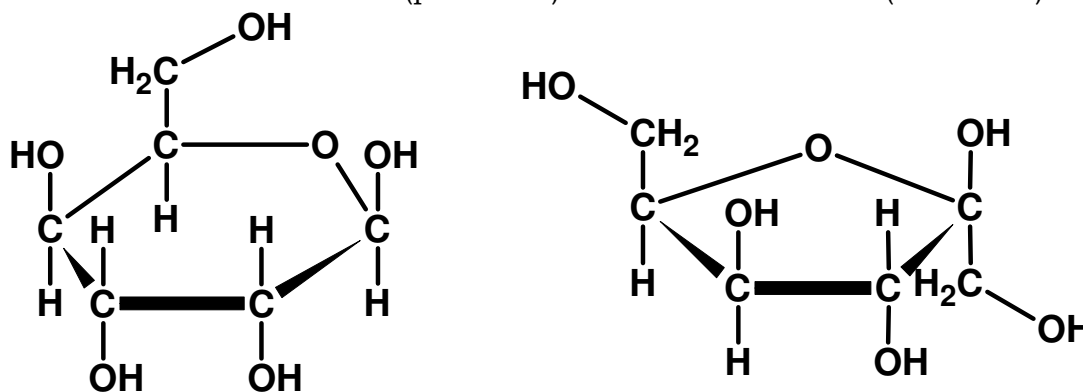
Assinale a alternativa correta.

- (A) O DNA é formado pela combinação dos aminoácidos adenina, timina, citosina e guanina.
- (B) Os sabões são obtidos a partir de hidrólises alcalinas de glicídios.
- (C) As proteínas se caracterizam por sua estrutura helicoidal, responsável pela enorme gama de funções bioquímicas desempenhadas por estas macromoléculas.
- (D) O sistema R-S de designações estereoquímicas, largamente empregado na nomenclatura de carboidratos ainda hoje, toma como referência básica a configuração absoluta de um dos isômeros da glicose.
- (E) Os monossacarídeos podem sofrer reações intramoleculares de ciclização, gerando estruturas com anéis de seis membros (piranoses) ou de cinco membros (furanoses).

**Resolução: alternativa E**

Análise das afirmações:

- a) Incorreta. O DNA é formado por nucleotídeos.
- b) Incorreta. Sabões são obtidos pela hidrólise alcalina de triésteres.
- c) Incorreta. As proteínas apresentam estruturas geométricas de vários tipos, como helicoidais e em ziguezague.
- d) Incorreta. O sistema D e L de designações estereoquímicas é o mais utilizado atualmente.
- e) Correta. Os monossacarídeos podem sofrer reações intramoleculares de ciclização, gerando estruturas com anéis de seis membros (piranoses) ou de cinco membros (furanoses).



**Teste 04 – Valor: 0,25**

A escolha de um indicador eficaz deve ser feita de acordo com a natureza do ácido e da base utilizados em uma titulação. As substâncias que atuam como indicadores ácido-base são corantes que mudam de cor em faixas estreitas de pH e, na maioria das vezes, são ácidos fracos. Dado um indicador **HA**, um ácido monoprotônico fraco, verifica-se que sua cor no estado não-ionizado é nitidamente diferente da cor de sua base conjugada **A<sup>-</sup>**. Se o indicador estiver em meio suficientemente ácido, o equilíbrio desloca-se de acordo com o princípio de Le Chatelier e a cor predominante é a da forma não-ionizada, **HA**. Em meio suficientemente básico, ocorre o inverso, ou seja, o equilíbrio desloca-se de modo a prevalecer a cor da base conjugada **A<sup>-</sup>**. Considere que, de modo aproximado, possam ser utilizados os seguintes quocientes entre concentrações para prever a cor que o indicador vai apresentar:

$$\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \geq 10 \text{ (predomina a cor de HA)}$$

$$\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \leq 0,1 \text{ (predomina a cor de A}^- \text{)}$$

Com base nestes dados, e sabendo que **HA** tem constante de ionização igual a  $4,0 \times 10^{-10}$ , é coerente afirmar que o indicador **HA** (Dado:  $\log 4 = 0,6$ )

- (A) é adequado para uma titulação de  $\text{HClO}_4$  0,10 M por  $\text{NaOH}$  0,10M.
- (B) é adequado para uma titulação de  $\text{NH}_3$  0,10 M por  $\text{HCl}$  0,10M.
- (C) muda de cor quando a solução em que se encontra muda de ácida para básica ou vice-versa.
- (D) quando se atinge  $\text{pH} = 10,4$ , inicia-se a transição de cor em uma titulação de  $\text{NaOH}$  por  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
- (E) quando o  $\text{pH}$  é igual a 8,0, prevalece a cor de **A<sup>-</sup>** em uma titulação de  $\text{NaOH}$  por  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

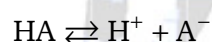
**Resolução: alternativa ANULADA**

Para um ácido monoprotônico fraco (HA), vem:

$$K_a = 4,0 \times 10^{-10}$$

$$\underbrace{-\log K_a}_{\text{p}K_a} = -\log(4,0 \times 10^{-10})$$

$$\text{p}K_a = 10 - \log 4 = 10 - 0,6 = 9,4$$



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = \frac{[\text{H}^+]}{K_a}$$

Aplicando o colog ou  $-\log$ , teremos :

$$-\log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = -\log \frac{[\text{H}^+]}{K_a}$$

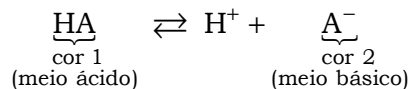
$$-\log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = -(\log[\text{H}^+] - \log[K_a])$$

$$\log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = \underbrace{-\log[\text{H}^+]}_{-\text{pH}} + \underbrace{\log[K_a]}_{\text{p}K_a}$$

$$\log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = -\text{pH} + \text{p}K_a$$

$$\log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = -\text{pH} + 9,4$$

$$\log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = 9,4 - \text{pH}$$



Para  $\text{HClO}_4$  (ácido forte) e  $\text{NaOH}$  (base forte) é possível a utilização do de HA como indicador, pois a viragem ocorrerá bruscamente.

Para o pH igual a 10,4, inicia-se a transição de cor em uma titulação de uma base forte ( $\text{NaOH}$ ) por um ácido fraco ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).

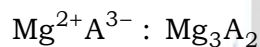
**Teste 05 – Valor: 0,25**

Em 33,65 g de um sal de magnésio está presente 1 mol deste elemento. Sendo trivalente o ânion deste sal, é correto afirmar que a massa de 1 mol do ânion é (Massa molar:  $\text{Mg} = 24,31 \text{ g/mol}$ )

- (A) 6,23 g
- (B) 14,01 g
- (C) 24,31 g
- (D) 42,03 g
- (E) 48,62 g

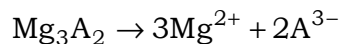
**Resolução: alternativa B**

O ânion do sal é trivalente, logo:



$$33,65 \text{ g} \text{ ————— } 1 \text{ mol de Mg}$$

$$33,65 \text{ g} \text{ ————— } 24,31 \text{ g}$$



$$\frac{1}{3}\text{Mg}_3\text{A}_2 \text{ ————— } \rightarrow 1\text{Mg}^{2+} + \frac{2}{3}\text{A}^{3-}$$

$$33,65 \text{ g} = 24,31 \text{ g} + \frac{2}{3} \times M_{\text{A}^{3-}}$$

$$\frac{2}{3} \times M_{\text{A}^{3-}} = 33,65 - 24,31$$

$$M_{\text{A}^{3-}} = (33,65 - 24,31) \times \frac{3}{2} = 14,01 \text{ g/mol}$$

**Teste 06 – Valor: 0,25**

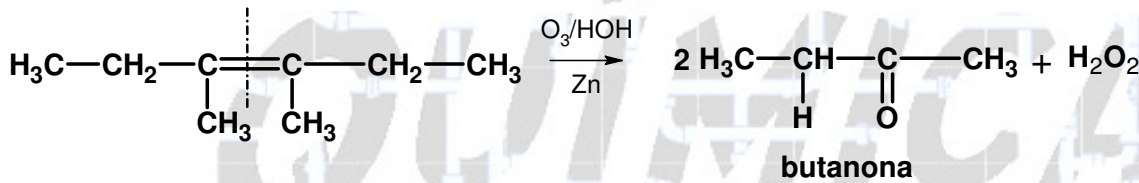
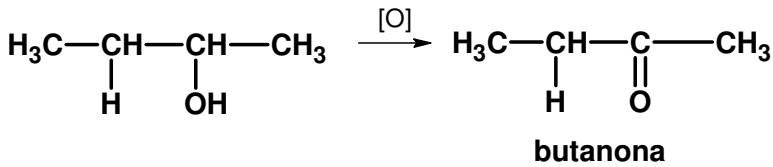
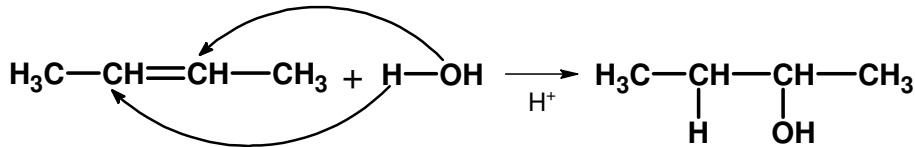
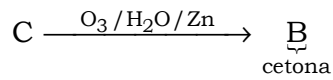
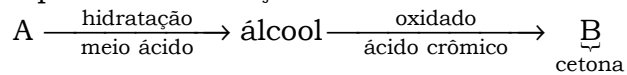
O composto **A** sofre hidratação em meio ácido gerando um álcool, que por sua vez é oxidado com ácido crômico produzindo a cetona **B**. Esta cetona também pode ser produzida a partir do composto **C** através de ozonólise seguida de hidratação.

Entre as alternativas abaixo, a única que pode corresponder aos compostos **A**, **B** e **C**, respectivamente, é

- (A) eteno; acetona e 2,3-dimetil-but-2-eno.
- (B) *o*-xileno; benzofenona e anilina.
- (C) 1,2-difenil-eteno; benzofenona e 1,1-difenil-eteno.
- (D) estireno; acetofenona e 1,1-difenil-2-metil-propeno.
- (E) but-2-eno; butanona e 3,4-dimetil-hex-3-eno

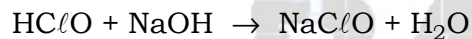
**Resolução: alternativa E**

A partir da descrição fornecida no enunciado, vem:



**Teste 07 – Valor: 0,25**

A reação abaixo descreve a formação do hipoclorito de sódio:

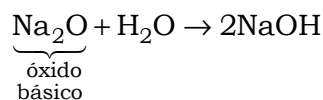
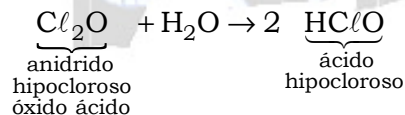


É teoricamente possível obter os reagentes por meio da

- (A) reação do anidrido hipocloroso com água e da reação do óxido de sódio com água.
- (B) reação do anidrido perclórico com água e da reação do sódio metálico com água.
- (C) reação do dióxido de cloro com água e da reação do anidrido sódico com água.
- (D) eletrólise do clorito de sódio em meio aquoso.
- (E) reação do ácido clorídrico com água e da reação do cloreto de sódio com água.

**Resolução: alternativa A**

É teoricamente possível obter os reagentes por meio da reação do anidrido hipocloroso com água e da reação do óxido de sódio com água.





**Teste 08 – Valor: 0,25**

Um sistema **A** transfere, naturalmente, uma determinada quantidade de energia, na forma de calor, para um sistema **B**, que envolve totalmente **A**. Assinale a única alternativa correta.

- (A) A entropia do Universo decrescerá.
- (B) A entropia do sistema **A** crescerá.
- (C) O aumento da entropia do sistema **B** será maior do que o decréscimo da entropia do sistema **A**.
- (D) O aumento da entropia do sistema **B** será menor do que o decréscimo da entropia do sistema **A**.
- (E) O aumento da entropia do sistema **B** será necessariamente igual ao decréscimo da entropia do sistema **A**.

**Resolução: alternativa C**

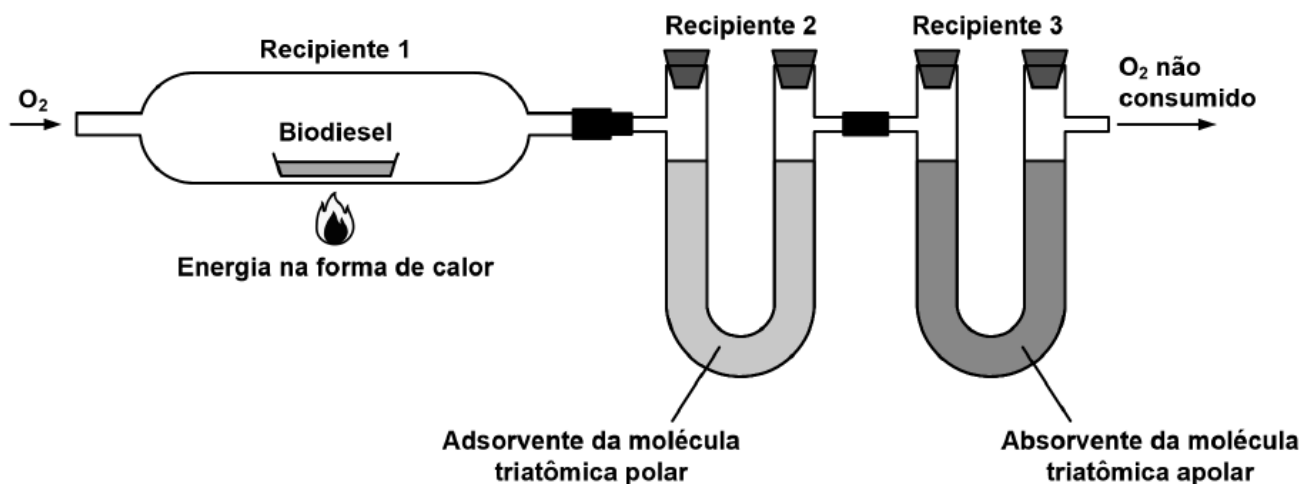
Um sistema **A** transfere, naturalmente, uma determinada quantidade de energia, na forma de calor, para um sistema **B**, que envolve totalmente **A**.

Conclui-se que o aumento da entropia (desordem) do sistema **B** será maior do que o decréscimo da entropia (desordem) do sistema **A**.

$$\Delta S_B > \underbrace{-\Delta S_A}_{\substack{\text{o sinal} \\ \text{negativo} \\ \text{indica o} \\ \text{decréscimo}}}$$

**Teste 09 – Valor: 0,25**

Uma amostra de 59,6 g de biodiesel ( $C_xH_yO_z$ ) passa por um processo de combustão completa no **recipiente 1** conforme a representação a seguir.



Nesse processo foram admitidos 264,0 g de oxigênio, sendo rejeitados, na forma de oxigênio não consumido, 88,0 g. Observou-se ainda, no **recipiente 2**, um acréscimo de massa de 68,4 g e no **recipiente 3**, um acréscimo de massa de 167,2 g.

A alternativa que apresenta a fórmula molecular do biodiesel compatível com as informações apresentadas anteriormente é

(Massas molares: H = 1 g/mol; O = 16 g/mol; C = 12 g/mol)

- (A)  $C_{20}H_{36}O_2$
- (B)  $C_{19}H_{38}O_2$
- (C)  $C_{16}H_{28}O$
- (D)  $C_{19}H_{28}O_4$
- (E)  $C_{16}H_{22}O_4$

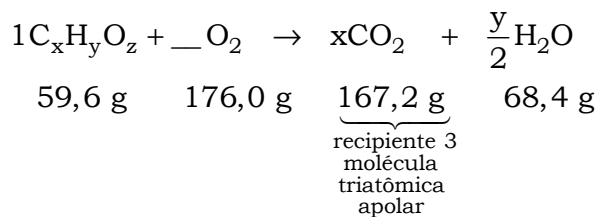
**Resolução: alternativa B**

Uma amostra de biodiesel ( $C_xH_yO_z$ ) passa por um processo de combustão completa no recipiente 1:

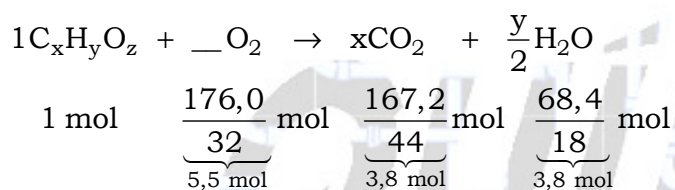
$$\text{Excesso de } O_2 = 88,0 \text{ g}$$

$$O_2 \text{ admitido} = 264,0$$

$$O_2 \text{ utilizado} = 264,0 - 88,0 = 176,0 \text{ g}$$

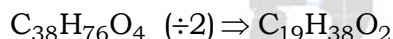
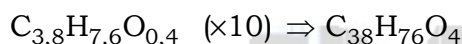
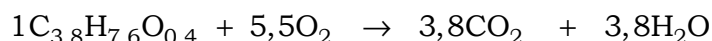


Então,



$$x = 3,8$$

$$\frac{y}{2} = 3,8 \Rightarrow y = 7,6$$



**Teste 10 – Valor: 0,25**

Um sistema é composto por dois balões idênticos resistentes, porém não inquebráveis, **A** e **B**, os quais estão conectados por meio de um tubo, também resistente, no qual se encontra uma válvula, tipo torneira. Este sistema encontra-se perfeitamente isolado termicamente do universo. Inicialmente as condições do sistema são as seguintes: temperatura constante; a válvula encontra-se fechada; o balão **A** contém um mol de um gás ideal monoatômico; e o balão **B** encontra-se perfeitamente evacuado. No tempo  $t = 0$ , a torneira é aberta repentinamente, permitindo que o gás ideal se expanda em direção ao balão **B** por um orifício pequeno. Indique qual das alternativas abaixo é a correta.

- (A) O balão **B** quebrar-se-á devido ao impacto do gás ideal, liberado bruscamente, contra sua parede.
- (B) O trabalho gerado pela expansão do gás aquecerá o sistema.
- (C) O gás em expansão absorverá calor da vizinhança fazendo o sistema se resfriar.
- (D) O valor da variação da energia interna  $\Delta U$  da expansão será igual a zero.
- (E) Na expansão, a variação da energia interna  $\Delta U$  do sistema será menor que zero.

**Resolução: alternativa D**

A energia potencial é constante, pois o gás é ideal.

O trabalho adiabático\* realizado sobre um sistema para levá-lo de um estado inicial para um estado final não depende da forma como esse trabalho é realizado, depende apenas dos estados inicial e final do sistema.

\*Um trabalho adiabático realizado sobre um sistema é aquele que não perde nem ganha energia (calor), ou seja, o sistema fica isolado do exterior.

Neste caso não existe trabalho de expansão, nem troca de calor (o sistema encontra-se perfeitamente isolado termicamente).

$$\underbrace{\Delta U}_{\text{variação da energia potencial}} = \underbrace{Q}_{\text{calor}} + \underbrace{W}_{\text{trabalho}}$$

$$\Delta U = 0 + 0 = 0.$$

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

### DADOS

#### Informações de Tabela Periódica

Elemento	H	C	N	O	S	Al	Cl	Zn	Sn	I	Cu	Ag
Massa atômica (u)	1,00	12,0	14,0	16,0	32,0	27,0	35,5	65,0	119	127	64,0	108
Número atômico	1	6	7	8	16	13	17	30	50	53	29	47

#### Constantes:

Constante de Faraday:  $1 F = 96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

Constante Universal dos Gases =  $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 62,3 \text{ mmHg}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\ln 2 = 0,693$      $\ln 1,105 = 0,1$      $e = 2,72$

#### Dados:

Massa específica do estanho =  $7000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Capacidade calorífica média:  $C_{p,\text{CO(g)}} = 29 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;  $C_{p,\text{CO}_2(\text{g})} = 37 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;  $C_{p,\text{C(s)}} = 8,5 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Pressão de vapor do benzeno puro a 298 K:  $P_{\text{vap}} = 100,0 \text{ mmHg}$

Pressão de vapor do tolueno puro a 298 K:  $P_{\text{vap}} = 30,0 \text{ mmHg}$

Entalpia de vaporização da água:  $\Delta H_{\text{vap}} = 2260 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

Entalpia de fusão do gelo:  $\Delta H_{\text{fus}} = 330 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

Capacidade calorífica específica média da água:  $C_v = 4,2 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Tempo de meia vida:  ${}^3_1\text{H} = 12,32 \text{ anos}$ ;  ${}^{44}_{22}\text{Ti} = 67,00 \text{ anos}$

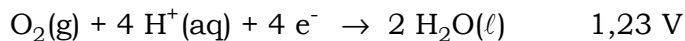
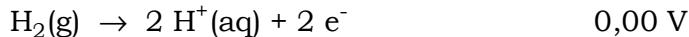
#### Conversão:

$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$



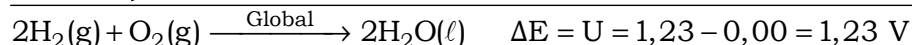
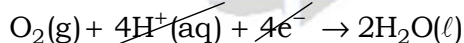
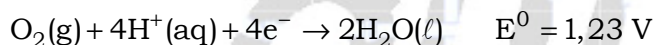
**Questão 01** – Em uma célula a combustível, reações de oxidação e redução originam a uma corrente que pode ser aproveitada, por exemplo, para suprir a potência necessária para alimentar um motor elétrico. Considere um sistema formado por uma célula a combustível que utiliza hidrogênio e oxigênio, acoplada ao motor de um veículo elétrico. Sabendo que o sistema opera sem perdas, que a potência do motor é de 30 kW e que o comportamento do gás (H<sub>2</sub>) é ideal, calcule a pressão em um tanque de 100 L de hidrogênio, mantido a 27 °C, de forma que esse veículo percorra um trajeto de 100 km a uma velocidade média de 90 km/h.

Dados a 27 °C:



**Resolução:**

Cálculo da d.d.p ou f.em da célula de combustível:



$$30 \text{ kW} = 30.000 \text{ W}$$

$$P = U \times i$$

$$30.000 = 1,23 \times i$$

$$i = 24.390,243 \text{ A}$$

A partir da velocidade média pode-se calcular o tempo:

$$\Delta S = 100 \text{ km}$$

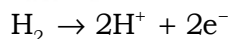
$$v = 90 \text{ km/h} = \frac{90 \times 1000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{100 \times 1000 \text{ m}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = t = 4.000 \text{ s}$$

$$Q = i \times t$$

$$Q = 24.390,243 \times 4.000 = 97.560.972 \text{ C}$$



$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 2 \times 96.500 \text{ C}$$

$$n_{\text{H}_2} \text{ ————— } 97.560.972 \text{ C}$$

$$n_{\text{H}_2} = 505,49726 \text{ mols}$$

Então,

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}; R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$P_{\text{H}_2} \times V = n_{\text{H}_2} \times R \times T$$

$$P_{\text{H}_2} \times 100 = 505,49726 \times 0,082 \times 300$$

$$P_{\text{H}_2} = 124,35232 \text{ atm} \approx 124,35 \text{ atm}$$

**Questão 02** – O sulfato cúprico anidro é obtido a partir da reação de uma solução aquosa de ácido sulfúrico 98% (em massa), a quente, com cobre. Sabendo que a solução aquosa de ácido sulfúrico tem massa específica 1,84 g/cm<sup>3</sup> e que o ácido sulfúrico é o reagente limitante, calcule a massa de sulfato cúprico obtida a partir da reação de 10,87 mL da solução aquosa de ácido sulfúrico.

**Resolução:**

Em 1 L :

$$1.840 \text{ g} \text{ ————— } 100 \%$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{ ————— } 98 \%$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1.803,2 \text{ g}$$

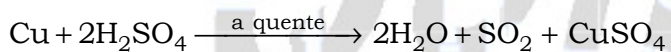
$$1000 \text{ mL} \text{ ————— } 1.803,2 \text{ g}$$

$$10,87 \text{ mL} \text{ ————— } m'_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$m'_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 19,600 \text{ g}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m}{M} = \frac{19,600 \text{ g}}{98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0,20 \text{ mol}$$

A partir da reação química, vem :



$$2 \text{ mols} \text{ ————— } 160 \text{ g}$$

$$0,20 \text{ mol} \text{ ————— } m_{\text{CuSO}_4}$$

$$m_{\text{CuSO}_4} = 16 \text{ g}$$

**Questão 03** – Considere um dispositivo constituído por dois balões de vidro, “A” e “B”, cada um com capacidade de 894 mL, interligados por um tubo de volume interno desprezível, munido de uma torneira. Dois ensaios independentes foram realizados a 298 K. No primeiro ensaio, os balões foram inicialmente evacuados e, logo a seguir, com a torneira fechada, foram introduzidos 0,30 g de benzeno e 20,0 g de tolueno em “A” e “B”, respectivamente, de modo que não houvesse contato entre as duas substâncias. No segundo ensaio, os balões foram novamente evacuados e, na sequência, uma quantidade de benzeno foi introduzida em “A” e outra quantidade de tolueno foi introduzida em “B”. Considerando o comportamento ideal para os gases e para as misturas, atenda aos seguintes pedidos:

- determine a pressão em cada balão, no primeiro ensaio, após o sistema ter atingido o equilíbrio;
- uma vez aberta a torneira no segundo ensaio, calcule as frações molares de benzeno e tolueno na fase gasosa no interior dos balões no momento em que o equilíbrio líquido-vapor é atingido. Um manômetro acoplado ao dispositivo indica, nesse momento, uma pressão interna de 76,2 mmHg.

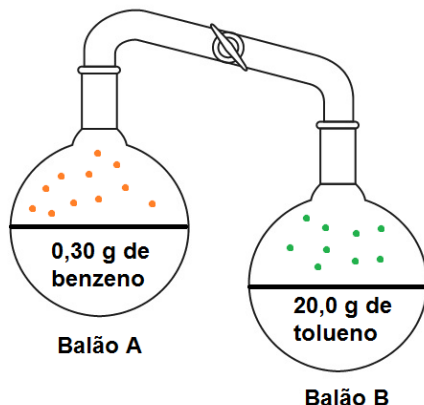
**Resolução:**

a) Primeiro ensaio: os balões foram inicialmente evacuados e, logo a seguir, com a torneira fechada, foram introduzidos 0,30 g de benzeno e 20,0 g de tolueno em “A” e “B”.

Dados do cabeçalho da prova:

Pressão de vapor do benzeno puro a 298 K = 100,00 mmHg

Pressão de vapor do tolueno puro a 298 K = 30,00 mmHg



Balão A (benzeno;  $C_6H_6$ )

$$n_{\text{benzeno}} = \frac{m}{M} = \frac{0,30 \text{ g}}{78 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,0038461 \text{ mol}$$

$$R = 62,3 \text{ mmHg.Lmol}^{-1}.\text{K}^{-1}; V = 894 \text{ mL} = 0,894 \text{ L}; T = 298 \text{ K}$$

$$P \times V = n \times R \times T$$

$$P \times 0,894 = 0,0038461 \times 62,3 \times 298$$

$$P = 79,870666 \text{ mmHg} \approx 79,87 \text{ mmHg}$$

$$79,87 \text{ mmHg} < 100,0 \text{ mmHg}$$

Conclusão : o benzeno evapora totalmente.

Pressão no balão A no primeiro ensaio = 79,87 mmHg

Balão B (tolueno;  $C_7H_8$ )

$$n_{\text{tolueno}} = \frac{m}{M} = \frac{20,0 \text{ g}}{92 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,2173913 \text{ mol}$$

$$R = 62,3 \text{ mmHg.Lmol}^{-1}.\text{K}^{-1}; V = 894 \text{ mL} = 0,894 \text{ L}; T = 298 \text{ K}$$

$$P \times V = n \times R \times T$$

$$P \times 0,894 = 0,2173913 \times 62,3 \times 298$$

$$P = 4.514,4922 \text{ mmHg} \approx 4,514,49 \text{ mmHg}$$

$$4,514,49 \text{ mmHg} > 30,0 \text{ mmHg}$$

Conclusão : o tolueno não evapora totalmente, teremos uma fase líquida e uma gasosa.

Pressão no balão B no primeiro ensaio = 30,0 mmHg

b) Lei de Raoult: a pressão máxima de vapor de uma solução ( $P_{\text{solução}}$ ) será igual ao produto da fração molar do solvente ( $X_{\text{solvente}}$ ) com a pressão máxima de vapor do solvente puro ( $P_{\text{solvente puro}}$ ).

Ou seja,

$$P_{\text{solução}} = X_{\text{solvente}} \times P_{\text{solvente puro}}$$

No momento em que o equilíbrio líquido-vapor é atingido a pressão interna é de 76,2 mmHg.

$$P_{\text{vapor do benzeno}} = 100,0 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{vapor do tolueno}} = 30,0 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{equilíbrio líquido-vapor}} = 76,2 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{solução}} = X_{\text{benzeno}} \times P_{\text{vapor do benzeno}} + X_{\text{tolueno}} \times P_{\text{vapor do tolueno}}$$

$$P_{\text{equilíbrio líquido-vapor}} = X_{\text{benzeno}} \times P_{\text{vapor do benzeno}} + X_{\text{tolueno}} \times P_{\text{vapor do tolueno}}$$

$$\begin{cases} 76,2 = X_{\text{benzeno}} \times 100,0 + X_{\text{tolueno}} \times 30,0 \\ 1 = X_{\text{benzeno}} + X_{\text{tolueno}} \end{cases}$$

$$1 = X_{\text{benzeno}} + X_{\text{tolueno}}$$

$$76,2 = X_{\text{benzeno}} \times 100,0 + (1 - X_{\text{benzeno}}) \times 30,0$$

$$76,2 = X_{\text{benzeno}} \times 100,0 + 30,0 - 30,0 X_{\text{benzeno}}$$

$$70 X_{\text{benzeno}} = 76,2 - 30,0$$

$$X_{\text{benzeno}} = 0,66$$

$$\text{Como } 1 = X_{\text{benzeno}} + X_{\text{tolueno}},$$

$$X_{\text{tolueno}} = 1 - 0,66 = 0,34 \Rightarrow X_{\text{tolueno}} = 0,34$$

$$\frac{P_{\text{fase gasosa do benzeno}}}{P_{\text{vapor do benzeno}}} = 0,66; \quad \frac{P_{\text{fase gasosa do tolueno}}}{P_{\text{vapor do tolueno}}} = 0,34$$

$$\frac{P_{\text{fase gasosa do benzeno}}}{100,0} = 0,66 \Rightarrow P_{\text{fase gasosa do benzeno}} = 66 \text{ mmHg}$$

$$\frac{P_{\text{fase gasosa do tolueno}}}{30,0} = 0,34 \Rightarrow P_{\text{fase gasosa do tolueno}} = 10,2 \text{ mmHg}$$

$$X_{\text{benzeno no equilíbrio líquido-vapor}} = \frac{P_{\text{fase gasosa do benzeno}}}{P_{\text{equilíbrio líquido-vapor}}} = \frac{66}{76,2} = 0,8661417 \approx 0,87$$

$$X_{\text{tolueno no equilíbrio líquido-vapor}} = \frac{P_{\text{fase gasosa do tolueno}}}{P_{\text{equilíbrio líquido-vapor}}} = \frac{10,2}{76,2} = 0,1338582 \approx 0,13$$

**Questão 04** – O trítio é produzido na atmosfera por ação de raios cósmicos. Ao combinar-se com o oxigênio e o hidrogênio, precipita-se sob a forma de chuva. Uma vez que a incidência de raios cósmicos varia com a região da Terra, as águas pluviais de regiões diferentes terão diferentes concentrações de trítio.

Os dados abaixo correspondem às concentrações de trítio (expressas em número de desintegrações por minuto por litro) em águas pluviais de diferentes regiões do Brasil:

<b>Estação pluviométrica</b>	<b>Desintegração do trítio</b> $\left( \frac{\text{desintegrações}}{\text{min.L}} \right)$
Manaus	11,5
Belém	9,0
Vale do São Francisco	6,0
São Joaquim	16,0
Serra Gaúcha	25,0

Um antigo lote de garrafas de vinho foi encontrado sem rótulos, mas com a data de envasamento na rolha, conferindo ao vinho uma idade de 16 anos. Uma medida atual da concentração de trítio neste vinho indicou  $6,5 \frac{\text{desintegrações}}{\text{min.L}}$ .

Considerando que a concentração de trítio no momento do envasamento do vinho é igual à das águas pluviais de sua região produtora, identifique o local de procedência deste vinho, justificando sua resposta.

**Resolução:**

A partir do estudo da cinética da desintegração sabemos que  $t(1/2) = \frac{0,693}{k}$ .

$$t(1/2)_{\text{H}} = 12,32 \text{ anos}$$

$$t(1/2) = \frac{0,693}{k}$$

$$12,32 = \frac{0,693}{k} \Rightarrow k = 0,05625$$

Idade do vinho :  $t = 16,0$  anos

De acordo com o enunciado  $[^3_1\text{H}] = 6,5 \frac{\text{desintegrações}}{\text{min.L}}$ , então :

$$[^3_1\text{H}] = [^3_1\text{H}]_0 \times e^{-kt}$$

$$6,5 = [^3_1\text{H}]_0 \times e^{-0,05625 \times 16}$$

$$6,5 = [^3_1\text{H}]_0 \times e^{-0,9}$$

Do cabeçalho da prova :  $\ln 1,105 = 0,1$ , ou seja  $e^{0,1} = 1,105$ ;  $e^1 = 2,72$ .

$$6,5 = [^3_1\text{H}]_0 \times e^{-0,9}$$

$$[^3_1\text{H}]_0 = \frac{6,5}{e^{-0,9}} = 6,5 \times e^{0,9} \quad (\text{I})$$

$e^{-0,9} = e^1 \times e^{-0,1} \Rightarrow e^{-0,9} = \frac{e^1}{e^{0,1}}$ , substituindo na equação (I), vem :

$$[^3_1\text{H}]_0 = \frac{6,5}{e^{-0,9}} = 6,5 \times \frac{e^1}{e^{0,1}}$$

$$[^3_1\text{H}]_0 = \frac{6,5}{e^{-0,9}} = 6,5 \times \frac{2,71}{1,105} = 15,941175$$

$$[^3_1\text{H}]_0 = 15,941175 \frac{\text{desintegrações}}{\text{min.L}} \approx 16 \frac{\text{desintegrações}}{\text{min.L}}$$

Conclusão : o vinho é de São Joaquim.

**Questão 05** – Um bloco de gelo a  $0,00$  °C é colocado em contato com um recipiente fechado que contem vapor de água a  $100$  °C e  $1$  atm. Após algum tempo, separa-se o bloco de gelo do recipiente fechado. Nesse instante observa-se que  $25,0$  g de gelo foram convertidos em água líquida a  $0,00$  °C, e que no recipiente fechado existem água líquida e vapor d'água em equilíbrio. Considerando que o bloco de gelo e o recipiente fechado formam um sistema e que só trocam calor entre si, calcule a variação de entropia do sistema.

**Resolução:**

$$m_{\text{gelo convertido em água líquida}} = 25,0 \text{ g}$$

$$\text{Entalpia de fusão do gelo (de acordo com o cabeçalho)} = 330 \text{ kJ.kg}^{-1} = 330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 330 \frac{\text{kJ}}{10^3 \text{ g}}$$

$$Q_{\text{fusão}} = \Delta H_{\text{fusão}} \times m_{\text{gelo convertido em água líquida}}$$

$$Q_{\text{fusão}} = 330 \frac{\text{kJ}}{10^3 \text{ g}} \times 25,0 \text{ g} = 8,25 \text{ kJ}$$

De acordo com o enunciado considera-se o bloco de gelo e o recipiente fechado formando um sistema no qual trocam calor entre si apenas.

Então,



$$Q_{\text{fusão}} = -Q_{\text{liquefação}}$$

$$Q = \Delta S \times T$$

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

$$\Delta S_{\text{fusão}} = \frac{Q_{\text{fusão}}}{T_{\text{fusão}}}; \Delta S_{\text{liquefação}} = \frac{Q_{\text{liquefação}}}{T_{\text{liquefação}}}$$

$$\Delta S_{\text{sistema}} = \frac{Q_{\text{fusão}}}{T_{\text{fusão}}} + \frac{Q_{\text{liquefação}}}{T_{\text{liquefação}}} \Rightarrow \Delta S_{\text{sistema}} = \frac{Q_{\text{fusão}}}{T_{\text{fusão}}} - \frac{Q_{\text{fusão}}}{T_{\text{liquefação}}}$$

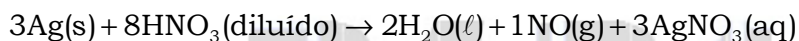
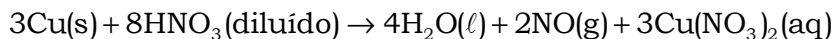
$$\Delta S_{\text{sistema}} = \frac{8,25 \text{ kJ}}{273 \text{ K}} - \frac{8,25 \text{ kJ}}{373 \text{ K}} = \frac{8,25 \times 373}{273 \times 373} - \frac{8,25 \times 273}{373 \times 273} = \frac{3.077,25 - 2252,25}{101.829}$$

$$\Delta S_{\text{sistema}} = +0,0081018 \text{ kJ} \approx 8,1 \text{ J}$$

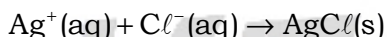
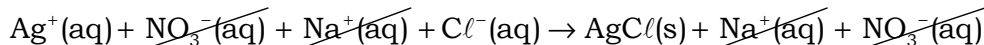
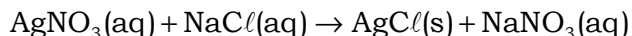
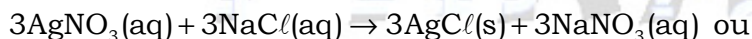
**Questão 06** – Uma liga metálica de alta pureza de massa igual a 10 g, formada unicamente por cobre e prata, é imersa numa solução de ácido nítrico diluído, ocorrendo a sua transformação completa. Em seguida, adiciona-se uma solução de cloreto de sódio à solução obtida, observando-se a formação de um precipitado que, lavado e seco, tem massa igual a 10 g. Calcule a composição mássica da liga.

**Resolução:**

A liga é imersa em solução de ácido nítrico diluído, então:



Adiciona-se uma solução de cloreto de sódio (NaCl) observando-se a formação de um precipitado, lembrando que os cloretos são solúveis em água, com exceção do cloreto de prata (AgCl).



$$108 \text{ g} \text{ ————— } 143,5 \text{ g}$$

$$m_{\text{prata}} \text{ ————— } 10 \text{ g (precipitado lavado e seco)}$$

$$m_{\text{prata}} = 7,5261324 \text{ g}$$

$$m_{\text{cobre}} = m_{\text{liga metálica}} - m_{\text{prata}}$$

$$m_{\text{cobre}} = 10 - 7,5261324 = 2,473868 \text{ g}$$

Conclusão :

$$\% \text{ prata} = \frac{7,5261324}{10} = 0,75261324 \Rightarrow \approx 75,26 \%$$

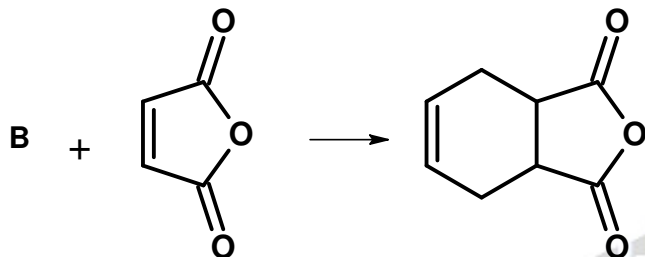
$$\% \text{ cobre} = \frac{2,473868}{10} = 0,2473868 \Rightarrow \approx 24,74 \%$$

**Questão 07** – Considerando que as reações abaixo ocorrem em condições adequadas, apresente as fórmulas estruturais planas dos compostos **A**, **B**, **C**, **D** e **E**.

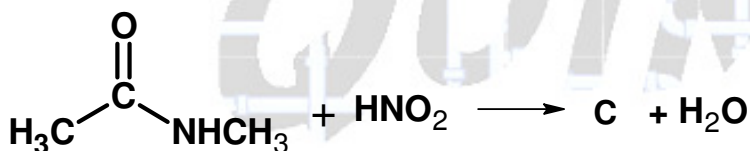
I) Síntese de Williamson



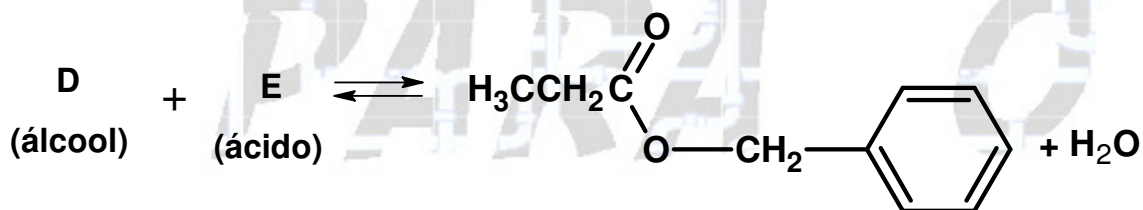
II) Síntese de Diels-Alder



III) Reação de Amida com Ácido Nitroso

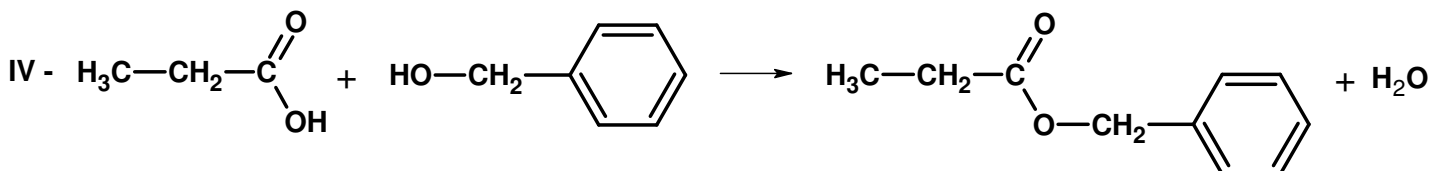
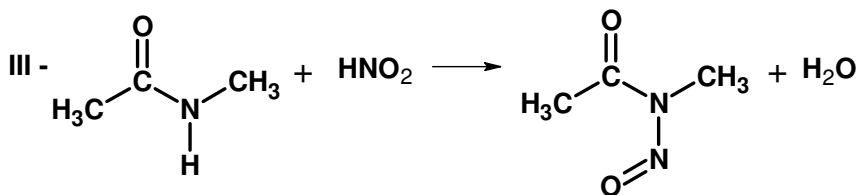
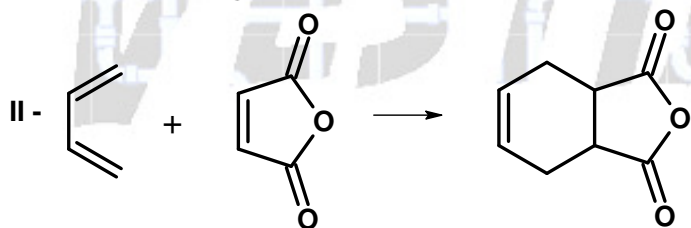


IV) Esterificação de Fischer

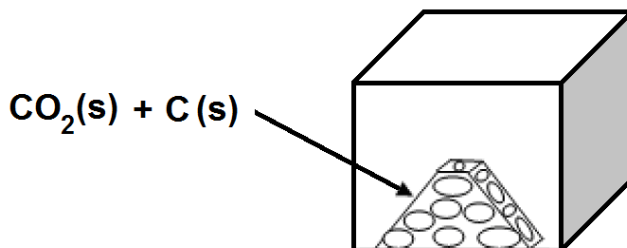


**Resolução:**

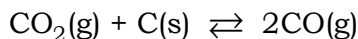
Teremos:



**Questão 08** – Em um reservatório de volume de 6,0 L, submetido a vácuo, introduz-se uma mistura física de 79,2 g de gelo seco, solidificado em pequenos pedaços, com 30 g de carvão mineral em pó, conforme a representação a seguir.



Esse sistema sob determinadas condições atinge o seguinte equilíbrio



onde se observa que:

- a fase gasosa tem comportamento de gás ideal;
- o volume de carvão mineral final é desprezível;
- a 1100 K a constante de equilíbrio da reação é  $K_p = 22$ ;
- a 1000 K a massa específica da fase gasosa no reservatório é igual a 14 g/L.

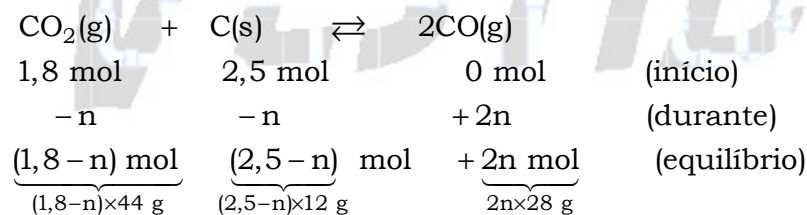
Com base nessas informações, calcule a constante de equilíbrio,  $K_p$ , da reação a 1000 K. Estabeleça se a reação entre o  $\text{CO}_2(\text{g})$  e o  $\text{C}(\text{s})$  é exotérmica ou endotérmica, justificando sua resposta.

**Resolução:**

Teremos:

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m}{M} = \frac{79,2}{44} = 1,8 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}} = \frac{m}{M} = \frac{30}{12} = 2,5 \text{ mol}$$



$$\sigma = \frac{m_{\text{fase gasosa}}}{V} \Rightarrow m_{\text{fase gasosa}} = \sigma \times V$$

$$m_{\text{fase gasosa}} = 14 \text{ g.L}^{-1} \times 6,0 \text{ L} = 84 \text{ g}$$

$$m_{\text{fase gasosa}} = m_{\text{CO}_2} + m_{\text{CO}}$$

$$84 = (1,8 - n) \times 44 \text{ g} + 2n \times 28 \text{ g}$$

$$84 = 79,2 - 44n + 56n$$

$$n = 0,4$$

$$[\text{concentração}] = \frac{n}{V}; V = 6 \text{ L}$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{(1,8 - n) \text{ mol}}{6 \text{ L}} = \frac{(1,8 - 0,4) \text{ mol}}{6 \text{ L}} = 0,2333333 \text{ mol/L}$$

$$[\text{CO}] = \frac{(2n) \text{ mol}}{6 \text{ L}} = \frac{(2 \times 0,4) \text{ mol}}{6 \text{ L}} = 0,1333333 \text{ mol/L}$$

$$K_p = K_c (R \times T)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$K_p = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} (R \times T)^1 \Rightarrow K_p = \frac{(0,1333333)^2}{(0,2333333)} (0,082 \times 1.000)^1 = 6,2475$$

$$K_p \approx 6,25$$

Segundo o texto, a 1.100 K a constante  $K_p$  é igual a 22.

A partir dos cálculos a 1.000 K a constante  $K_p$  é igual 6,25.

Ou seja, com a diminuição da temperatura a constante também diminui, conclui-se que a reação é favorecida pela elevação da temperatura, ou seja, a reação é endotérmica.

**Questão 09** – A reação de Sabatier-Sanderens consiste na hidrogenação catalítica de alcenos ou de alcinos com níquel, para a obtenção de alcanos. Considerando a reação de hidrogenação do acetileno, um engenheiro químico obteve os resultados abaixo:

Tempo (min)	[Acetileno], mol/L	[Hidrogênio], mol/L	[Etanol], mol/L
0	50	60	0
4	38	36	12
6	35	30	15
10	30	20	20

A partir dessas informações, determine:

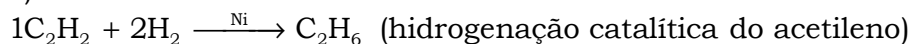
a) a velocidade média da reação no período de 4 (quatro) a 6 (seis) minutos;

b) a relação entre a velocidade média de consumo do acetileno e a velocidade média de consumo do hidrogênio;

c) o efeito do aumento da temperatura de reação na constante de velocidade, considerando a equação de Arrhenius.

**Resolução:**

a) Cálculo da velocidade entre 4 e 6 minutos:



$$\frac{-v_{\text{C}_2\text{H}_2}}{1} = \frac{-v_{\text{H}_2}}{2} = \frac{+v_{\text{C}_2\text{H}_6}}{1} = v_{\text{média}}$$

$$v_{\text{média}} = -v_{\text{C}_2\text{H}_2} = -\frac{35 - 38}{6 - 4} = 1,5 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$\text{b) } \frac{-v_{\text{C}_2\text{H}_2}}{1} = \frac{-v_{\text{H}_2}}{2} = \frac{+v_{\text{C}_2\text{H}_6}}{1} = v_{\text{média}}$$

$$\frac{-v_{\text{C}_2\text{H}_2}}{1} = \frac{-v_{\text{H}_2}}{2} \Rightarrow \frac{v_{\text{C}_2\text{H}_2}}{v_{\text{H}_2}} = \frac{1}{2}$$

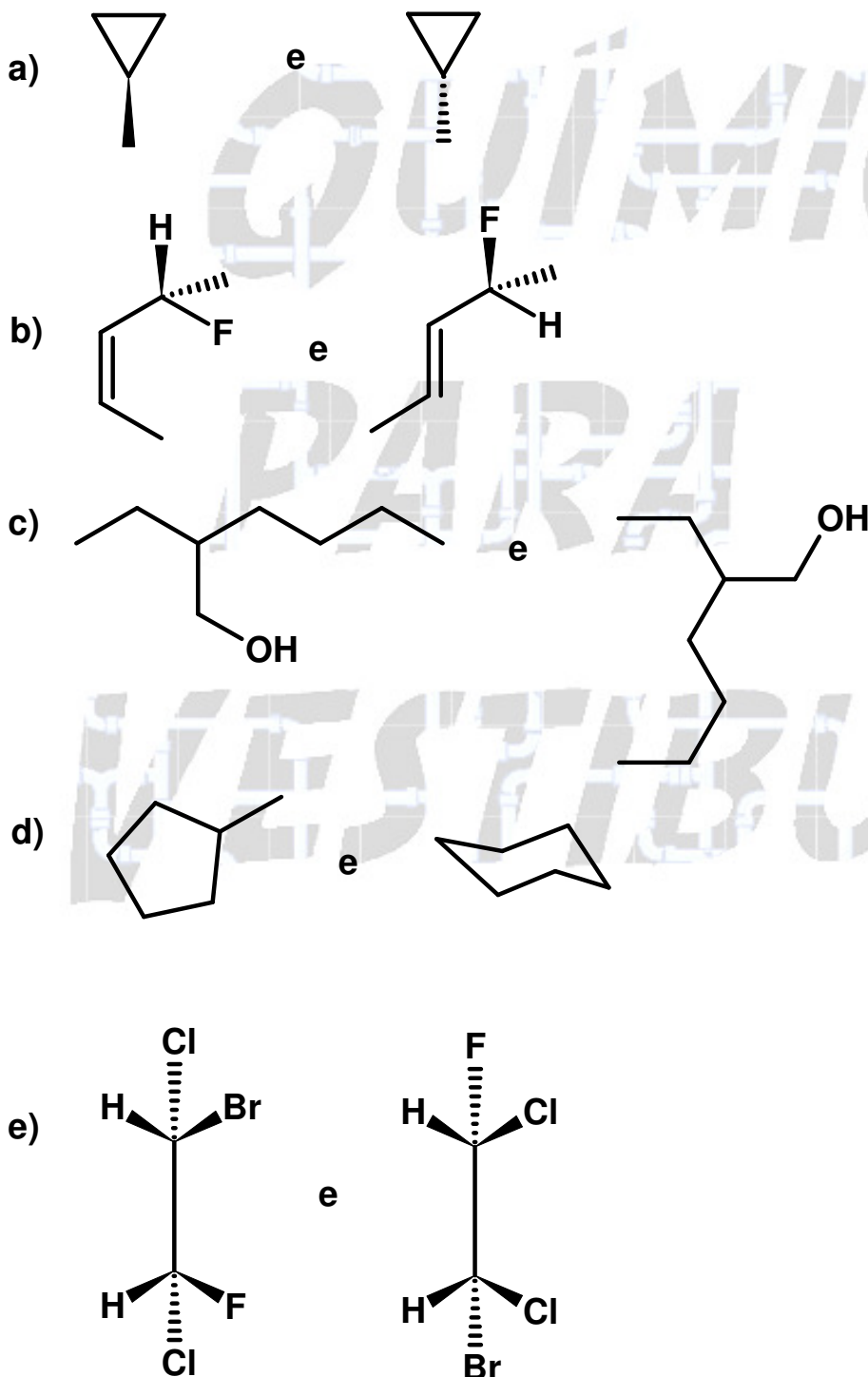
c) Equação de Arrhenius, onde k é a constante de velocidade:  $k = A \times e^{\frac{-E_{\text{ativação}}}{R \times T}}$ .

$$k = \frac{A}{e^{\left(\frac{E_{\text{ativação}}}{R \times T}\right)}}$$

aumenta }  
diminui }

Conclusão a constante de velocidade aumenta.

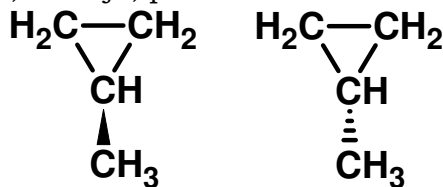
**Questão 10** – Estabeleça a relação entre as estruturas de cada par abaixo, identificando-as como enantiômeros, diastereoisômeros, isômeros constitucionais ou representações diferentes de um mesmo composto.



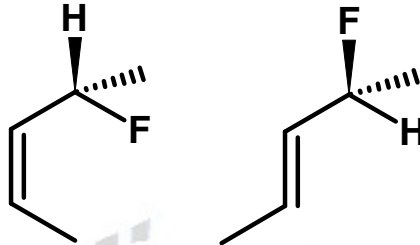


**Resolução:**

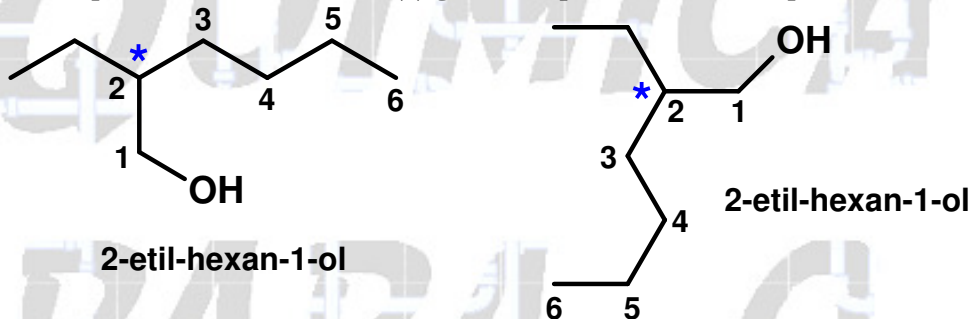
a) As estruturas são sobreponíveis, ou seja, pertencem ao mesmo composto.



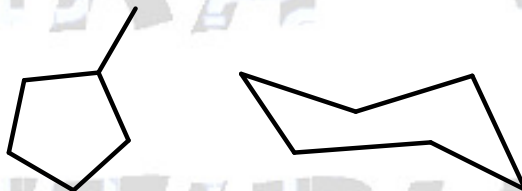
b) Diastereoisômeros, ou seja, são estereo isômeros, mas um não é imagem do outro.



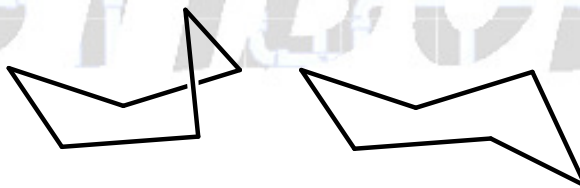
c) As estruturas pertencem ao mesmo composto (vide numeração da cadeia), mas também apresentam carbono quiral ou assimétrico (\*) gerando pelo menos um par de enantiômeros.



d) As estruturas a seguir equivalem a isômeros constitucionais ou de cadeia.



**Observação:** no caso da segunda estrutura poderia se tratar de isomeria de conformação do tipo barco e cadeira.



e) As estruturas equivalem à representação diferente do mesmo composto, pois ao girá-las, são sobreponíveis.

